臺灣省農業試驗所特刊 12：53~61（1979）

木瓜輪點病之傳播

黃金池

屏東農業專科學校

一、前　　言

木瓜爲本省重要之熱帶果樹，其主要栽培區集中於南部之臺南、高雄及屏東等三個縣，而近三年來，其栽培面積有逐年減少之趨勢[5]。究其原因係由於木瓜輪點病之猖獗爲害，無適當之防治方法，以降低其發生，農民失去信心之故。本病害於民國64年秋，首先發現在高雄縣之大樹、燕巢及阿蓮等鄉之木瓜園爲害，至66年此病即遍佈全省，很多木瓜園因而廢耕[1]。其爲害之嚴重及傳播之迅速，實爲本省植物病害上所罕見。

木瓜感染輪點病，其葉片黃化，表面產生大小不一之黃色斑，葉脈兩緣綠色呈帶狀，具有明顯之嵌紋，葉皺縮變小，或葉緣乾枯。病株之葉柄及莖之幼嫩部份出現油浸狀斑點或條斑，葉柄較短，植株矮小。果實上出現大小不等之圓形、橢圓形、或不定形之油浸狀斑點或輪紋，花瓣上亦出現油浸狀輪紋，故其病名由此而得。發病嚴重之植株，其果實變小或常開花不結果實，產量因而大減，病株上所採收之果實，其糖度降低，品質變劣，失去商品價值。若係採集木瓜酵素（Papain），也因乳汁（Latex）減少而無利用價值。

木瓜重要之毒素病，如 Papaya ringspot（PRV），Papaya distortion ringspot（PDRV），及 Papaya mosaic（PMV）等，雖一些理化特性略有出入，但其病徵及傳播方法，則大致相似，是故1972年 Purcifull[2] 於CMI出版之Description of Plant Virus. No. 84 中所述，這三種毒素病，應可視爲同一種，以下爲對這些木瓜之重要毒素病害，有關傳播特性方面之綜合討論。

二、發生地區，病徵及理化特性

1.木瓜毒素病害之發生地區：就重要之五種木瓜毒素病害之發生地區，以 Papaya mosaic 及 Papaya ringspot 之分佈最廣，各有五處之多，Papaya distortion ringspot 發生於四個地區，Papaya distortion mosaic（PDMV）僅發生於印度及 Puerto Rico 兩地，而 Papaya mild mosaic（PMMV）即只發生於印度。由此得悉，PMV, PRV 及 PDRV 等三種較其他之毒素病害重要。詳情如表一所示。

表1.木瓜毒素病害之分佈情形

Table 1. Distribution of Papaya Virus Diseases.

毒素病之種類 Kinds of virus disease	發生地區 Area of occurrence
1. Papaya mosaic	Cuba[21], Florida[11.13]. Hawaii[15,17,24] India[8,30,32,35], Pakistan[7] Puerto Rico[29]。
2. Papaya ringspot	Brazil[22], Colombia[27.28] Florida[10.11.13], Hawaii[16.18], India[8.9].
3. Papaya distortion ringspot	Dominica[34], Florida[10], India[7,20], Venezuela[23].
4. Papaya distortion mosaic	India[6], Puerto Rico[29].
5. Papaya mild mosaic	India[7.20]

2.木瓜輪點病之病徵：本省目前流行之木瓜輪點病，其葉片黃化，並產生大小不一之黃色斑，葉脈兩側綠色呈帶狀，具明顯之嵌紋。病徵嚴重之葉片皺縮，或葉緣乾枯，病株之葉柄及莖之幼嫩部份出現深綠色油浸狀斑點或條斑，花瓣也出現油浸狀輪紋，有的病株開花不結果，果實上出現大小不等之圓形，橢圓形，不定形的連續或不連續之深綠色油浸狀輪紋。以上之特性，類似外國發生之PRV・PMV. 及PDRV等三種毒素病，茲將1972年Purcifull [26], 1969年 Singh [30], 1971年Varma [35], 及1969 Story et al. [34] 等對以上三種毒素病害病徵之特性略述如下表（表二），以便比較其差異。

表2.三種木瓜毒素病害病徵之比較

Table 2. Comparative Symptoms of Three Papaya Virus Diseases

毒素病種類 Kinds of virus dis.	葉片 Leaf	果實 Fruit	莖及葉柄 Stem & petiole
1. Papaya ringspot	Mottle	Ringspot	Streak
(CMI. No. 84)	Distortion		
2. Papaya mosaic	Mosaic	Ringspot	Ringspot
(Singh. 1969. Varma. 1971)	Mottle	Streak	Streak
3. Papaya distortion ringspot	Mottle	Ringspot	Streak
(Story et al. 1969)	Distortion		

以上三種毒素病害之病徵，甚為相似，是否應為1972年Purcifull [26]，發表於CMI/AAB出版之Description of Plant Virus No. 84中所述，這三種毒素，可視為同一種，稱為Papaya ringspot. 然本省之木瓜輪點病，除了具有以上之病徵外，其最大之差異是葉片完整，沒有任何缺陷，而以上之三種毒素病，其病葉均有欠缺，呈特殊之畸形 (Distortion) 現象。

3.木瓜毒素病之理化特性：植物毒素病害之分類，係以病徵，理化性質，及血清學反應等特性做為依據，其中物理性質中之耐熱性 (Thermal inactivation point)，耐稀釋性(Dilution end point), 耐保存性 (Longevity *in vitro*) 及毒素粒子之大小 (Size of virus particle) 等是為最基本之資料。茲將PRV, PMV, 及PDRV等三種毒素病害之物理性質列於表三，以便比較。

表3.木瓜毒素病害病原毒素之物理性質及粒子大小之比較

Table 3. Comparative of the Physical Charecteristic and Particle Size of Papaya Virus Diseases.

毒素病種類 Kinds of virus dis.	耐熱性 Thermal inact. piont	耐稀釋性 Dilu. end piont	耐保存性 Long. *in vitro*	粒子大小 Size of particle
1. PDRV [34]	50～55°C	10^{-3}	8hrs at room temp.	12×800nm
2. PMV [8]	55°C	10^{-4}	3days at 25°C	—
3. PMV [30]	60°C	10^{-4}～10^{-5}	24hrs at 5～7°C	—
4. PRV [27,28]	60°C	—	8hrs at 24°C	—
5. PRV [26]	54～55°C	10^{-3}	8hrs at room temp.	12×800nm
6. PRV [1]	55°C	10^{-4}	12hrs at 20°C	620～830nm
7. PRV [22]	54～56°C	—	12hrs at room temp.	—

由表中所示，其耐熱性，除1976年Sanchez & Martinez在 Colombia報告之 PRV [27,28] 及1969 Singh 在印度報告之PMV [30] 爲 60°C 外，其他的報告，無論爲 PDRV [34]，PMV [8] PRV [1,22,26] 均爲55°C 左右。又耐稀釋性，除1969年 Singh 報告之 PMV 爲 10^{-4}～10^{-5} 外，其餘之木瓜毒素病均爲 10^{-3}～10^{-4}。有關病汁液之耐保存性，學者對於病汁液之貯存溫度不同，其具有致病性之有效時間亦有顯著之變化，PDRV [34] 及 PRV [1,22,26,27,28] 在室溫，即 20°～25°C 之間，可維持 8 ～12小時之活性。而PMV之病汁液貯放於 5～7°C 之溫度下，可維持24小時之活性 [30]，貯放於 25°C 之環境下，則有 3 天的活性 [8]。有關木瓜毒素病病原毒素粒子之大小，1968年 Zettler et al. 報告PMV之長度爲 533nm, PRV 之長度爲 700～800nm [38]。1969 年 Story 報告，PDRV 爲 12×800nm [34]，1972 年 Purcifull 及 1976 年陳氏等報告 PRV 分別爲 12×800nm [26] 及620～830nm [1]。

三、傳播情形

1949年Jensen [18] 報告，發生於夏威夷之 PRV可由蚜蟲及機械傳播，1968年Pozdene et al. [25] 稱，在古巴發生之 PMV 可由病株傳染至健株，但不能由病株傳染於雜草或由雜草傳染至木瓜上，又孤立之木瓜園不受侵害，發生病害之果園，其周圍較嚴重，而越向果園中央發病則越輕微，若木瓜與香蕉間植之果園發生更少。

1969年Singh [19,20,21] 報告在印度發生之 PMV之病原毒素僅爲害木瓜，可由汁液，嫁接及三種蚜蟲（*Myzus persicae, Aphis gossypii*及*A. malvae*）所傳播，其在 *A. gossypii* 之蟲體上，係非永存性（Non-persistent）。1971年 Varma [35] 報告，發生於印度之PMV，係由機械及數種蚜蟲所傳播。1972年 Purcifull [26] 報告PRV係由 6 種蚜蟲所傳播。1978年王惠亮等 [1] 報告本省木瓜輪點病可由蚜蟲及機械而傳播，除了桃蚜（*Myzus persicae*）已證實爲本病之媒介昆蟲外，是否尚有其他蚜蟲可傳播本病害，即無述及。本病已證實不經種子傳播 [1,15,26]。又兎絲子（Dodder）是否可傳播此病害，至目前爲止，尚無文獻可供查考。

四、蚜蟲傳播木瓜毒素病之特性

1. 傳播毒素病害之蚜蟲種類：據文獻所載，能傳播木瓜重要之毒素病如 PRV, PMV, PDMV, PDRV. 及 PMMV 等五種病害之蚜蟲共有 8 屬15種之多，其中傳播能力最强者爲桃蚜（*Myzus persicae*），以上五種木瓜毒素病害均可傳播 [8,9,18,20,21,27,28,29,30,38]，次爲棉蚜（*Aphis gossypii*）可傳播 PRV, PMV, PDMV, 及 PMMV等四種 [8,15,18,20,21,27,28,29,30]，*A. nerii*, 及 *A. craccivora* 各可傳播三種毒素病，分別爲PMV. PDMV. PDRV. [8,20,29]，及PMV, PMMV, PDRV [8,15,20,38]。其他十一種蚜蟲可傳播 1 ～ 2 種毒素病害 [8,9,15,18,20,21,27,28,29,30,38]。

PRV可被以下 6 種蚜蟲所傳播，即*M. persicae, A. gossypii, A. medicaginis, A. rumicis, Macrosiphum solonifolii,* 及*Micromyzus formosanus*等 [8,9,18,20,27,28]，可傳播 PMV 之蚜蟲則有 9 種之多，如 *M. persicae, A. gossypii,* A. *nerii, A. craccivora, A. medicaginis, A. spiraecola, A. malvae, Macrosiphum euphorbiae*及*Rhopalosiphum maidis* 等 [8,15,20,21,29,30]，又 PDMV 可被 *M. persicae, A. gossypii, A. nerii, A. spiraecola, Carolina cyperi,* 及 *Dactynotus ambrosiae* 等 6 種蚜蟲所傳播 [29]。PMMV 則由 *M. persicae, A. gossypii,* 及 *A. craccivora* 等三種蚜蟲所傳播 [8,20]，PDRV 可由 *M. persicae,* A. *nerii, A. craccivora*及 *Lipaphis pseudobrassicae*等四種蚜蟲所傳播 [8,20,8]。詳情如表四。

表4.傳播木瓜毒素病害之蚜蟲種類

Table 4. Kinds of Aphis Transmitted Papaya Virus Diseases.

蚜蟲種類 Kinds of Aphis	毒素病害 Virus Diseases
1. *Myzus persicae*	PRV, PMV, PDMV, PMMV, PDRV.
2. *Aphis gossypii*	PRV, PMV, PDMV, PMMV.
3. *A. nerii*	PMV, PDMV, PDRV.
4. *A. craccivora*	PMV, PMMV, PDRV.
5. *A. medicaginis*	PRV, PMV.
6. *A. spiraecola*	PMV, PDMV.
7. *A. rumicis*	PRV.
8. *A. malvae*	PMV.
9. *Macrosiphum solanifolii*	PRV.
10. *M. euphorbiae*	PMV.
11. *Micromyzus formosanus*	PRV.
12. *Rhopalosiphum maidis*	PMV.
13. *Carolina cyperi*	PDMV.
14. *Dactynotus ambrosiae*	PDMV.
15. *Lipaphis pseudobrassicae*	PDRV.

2.蚜蟲之吸毒及傳毒所需時間：有關蚜蟲之吸毒及傳毒所需時間之長短，依蚜蟲種類，毒素病害種類，及試驗方法之不同，差異甚大，茲將各學者試驗所得結果簡述於後。A. 1970年 Bhargava et al.[8] 謂，*A. gossypii*對PMV之病原毒素爲Stylet-borne 型，其吸毒之時間爲30秒，傳毒之時間爲 2 分鐘。若吸毒後將蚜蟲斷食 6 小時，其病原毒素則失去活性。又一隻吸毒後之蚜蟲可傳毒於一株以上之木瓜，不過傳染力很快就消失。B. 1971年 Singh 報告[31]，以 *M. persicae* 做 Papaya leaf reduction virus (PLRV) 之試驗，將木瓜植株接種吸毒後之蚜蟲，若蟲數增加，可增進其發病率，又蚜蟲吸毒前及吸毒後分別斷食，前者可促進發病率，後者則減少。吸毒後之蚜蟲很快就失去傳染力。吸毒及傳毒之最適時間均爲15分鐘，吸毒及傳毒最短時間各爲 1 分鐘及1.5分鐘，又 PLRV 與蚜蟲*M. persicae*之相互關係爲 Non-persistent。C. 1972年 Singh[32] 謂，用蚜蟲 (*A. gossypii*) 對 PMV 之傳播試驗，若事前將蚜蟲斷食 1 小時，可增加其傳染力。當吸毒後之蚜蟲在取食過程中，其傳毒能力很快就消失，特別於高溫下消失更快。其吸毒及傳毒之最適時間均爲15分鐘，而最短時間分別爲30秒及 1 分鐘。D. 1975年Namba & Higa[24] 謂，將*M. persicae* 事前斷食至少30分鐘後，令其在感染 PMV 之木瓜幼株上繼續取食10～30秒，然後將此蚜蟲移於健全之木瓜或胡瓜上，至少30分鐘，就可獲得傳染，若吸毒前斷食31～40分鐘，其傳染率最高，爲45.5%，若斷食 41～100分鐘，則傳染率爲38.5～41.6%，若斷食121～130分鐘，其傳染力最低，爲28.7%。E. 1978年王惠亮等[1] 報告本省之木瓜輪點病，用*M. persicae* 做傳播試驗，事前將此蟲斷食 6 小時，再放置於病株之葉片上餵食30分鐘後，移置於健株上，無論木瓜，南瓜及胡瓜均可互相傳染。

3.田間蚜蟲之棲羣變化：以上蚜蟲傳播木瓜毒素病之試驗，均採用無翅型蚜蟲爲材料，然在田間實際傳播毒素病者則爲有翅型蚜蟲，因此瞭解此種蚜蟲在田間活動情形，是爲防治毒素病害最重要之問題。1967年 Kralovic[21] 稱，在古巴每年 7 月是*A. gossypii* 出現最多的時期，同時亦是 PMV發

生最嚴重的季節，自12月至翌年之5月，蚜蟲之數目較少。1969年 Marin [23] 報告，在委內瑞拉，*A. nerii* 在雨季來臨前，即每年之5至7月，及12月至翌年的1月，其成蟲數目最多，一般在高溫之環境下，飛翔之成蟲較少。1978年與那覇 [4] 稱，有翅蚜蟲之日間活動，於下午1～2時及4～5時各有一次高峰，一般風速太快，陰天或連續下雨，虫口數目則直速下降，但是陣雨過後立刻天晴，則蚜蟲有大量增加之現象。

在木瓜園中有關蚜蟲週年之發生情形，1966年Wolfenbarger [37] 在Florida曾連續三年做四個不同地區之調查，詳如表五，其中兩個地區爲Rockland土壤，周圍爲 Avocado 及其他較高大之樹木，另兩個地區爲 Marl （泥灰土）土壤，其周圍爲禾本科植物及其他較矮之灌木。其結果無論何種環境，蚜蟲之發生情形大致相同，則每年的1～5月，其數目最多，而6～10月之數目最少。其中1964年三月份在D區採得之蚜蟲數，每日平均有217隻之多。

表5.四個地方採集之蚜蟲數

Table 5. Number of Aphids Collected at 4 Locations.

Month	Total aphids at locations[a]				*Myzus persicae* at locations			
	A	B	C	D	A	B	C	D
				1960—61				
Nov.[b]	148	2	9	166				
Dec.[b]	42	4	26	65				
				1961—62				
Jan.	169	12	173	249	29	4	55	27
Feb.	2843	73	2843	1461	573	57	884	324
Mar.	2543	500	2448	1242	340	134	72	208
Apr.	337	1701	725	362	42	9	14	62
May	108	149	113	33	20	0	7	4
June	23	31	8	12	3	0	0	2
July	43	18	8	15	0	0	0	0
Aug.	23	7	1	1	0	0	0	0
Sept.	10	52	2	13	0	0	0	0
Oct.	14	22	0	3	0	0	0	0
Nov.	94	31	5	33	0	0	0	0
Dec.	468	56	15	88	4	0	0	4
				1962—63				
Jan.	87	23	15	79	17	0	3	25
Feb.	30	8	16	308	20	3	4	144
Mar.	31	20	22	54	27	10	10	39
Apr.	40	9	21	61	14	1	3	32
May	42	25	25	6	4	1	3	7
June	6	4	1	8	0	0	0	0
July	20	9	1	23	1	0	0	2
Aug.	42	130	3	2	0	0	0	0
Sept.	76	12	43	12	1	0	0	0
Oct.	26	15	8	25	2	0	0	3
Nov.	113	10	7	43	2	0	0	3
Dec.	130	5	1	85	3	0	0	5
				1963—64				
Jan.	77	3	3	73	7	2	2	18
Feb.	614	1048	69	886	474	1023	38	803
Mar.	3311	4099	808	6736	2860	4007	505	5897
Apr.	760	412	111	291	561	47	9	183
May	113	17	83	65	53	1	0	23
June	24	17	6	19	0	0	0	1
July	20	8	5	26	0	0	0	0
Aug.	14	8	4	6	0	0	0	0
Sept.	6	81	2	34	0	0	0	0
Oct.	48	110	12	69	4	3	0	2
Nov.	11	15	0	11	0	0	0	0

[a] A and D on rockland soil; B and C on marl soil.
[b] Determinations were not made of *M. percicae* in these months.

1978年王惠亮等[1]報告，用黃色水盤捕捉本省木瓜園中之有翅型蚜蟲，其結果顯示本省田間蚜蟲之活動，與溫度及雨量有密切之關係，乾燥季節密度較高，但如溫度太低，蟲數亦會減少。每年之3～4月，9月及12月各有一次高峰期，惟其蟲口數每日平均僅5隻而已。

五、木瓜輪點病在田間傳播情形

有關木瓜輪點病在田間傳播蔓延之情形，1972年 Ishii[16]在夏威夷曾做詳細之調查，其調查之園地有2.5英畝，共有木瓜2476株，其旁邊有感染 PRV甚嚴重之2年生木瓜園一處。試驗園地自起初三處共14株發病開始，每隔二星期調查田間發病情形一次，發現其後發病之植株，係由最初三處之病株，呈放射狀傳染蔓延而來，經過84天之調查，共有2200株病株，佔總株數之88.9%，則不到三個月，就將整園摧毀，詳如圖一所示。

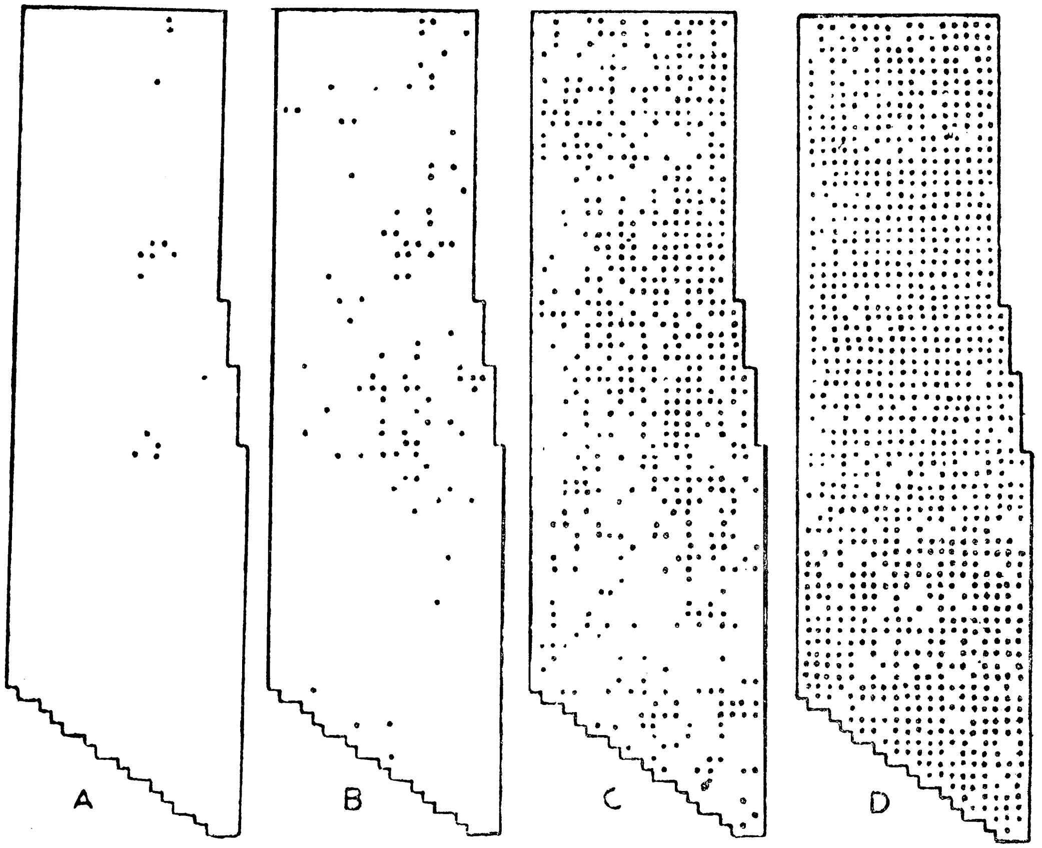

圖1.在田間木瓜輪點病由最初發病位置及傳播蔓延之情形，A、最初發病位置，B、由最初發病經過31天，C、由最初發病經過56天，D、由最初發病經過84天。

Fig. 1. Pattern of spread of papaya ringspot virus from initial infection loci. A--Initial infection sites. B--Infection sites after 31 days. C--Infection sites after 56 days. D--Infection sites after 84 days.

1977年黃金池等[3]亦曾調查田間木瓜輪點病之傳播蔓延情形，園地面積約1.4分地，植有192株木瓜，由最初發病6株（1977年2月7日）起，每星期調查兩次，定株定期記錄其發病與否，病株保留於田間不砍除，共調查20次，經過70天，其發病率由最初之3.13%增至91.15%，此結果與Ishii在夏威夷所做之試驗甚吻合。其田間發病情形如圖二所示，惟由圖中無法確定其傳播型式，此可能爲而

積太小或初級感染源（Primary infectior）太多之故。又此期間正逢每年蚜蟲數目高峰期之第一次[1]。

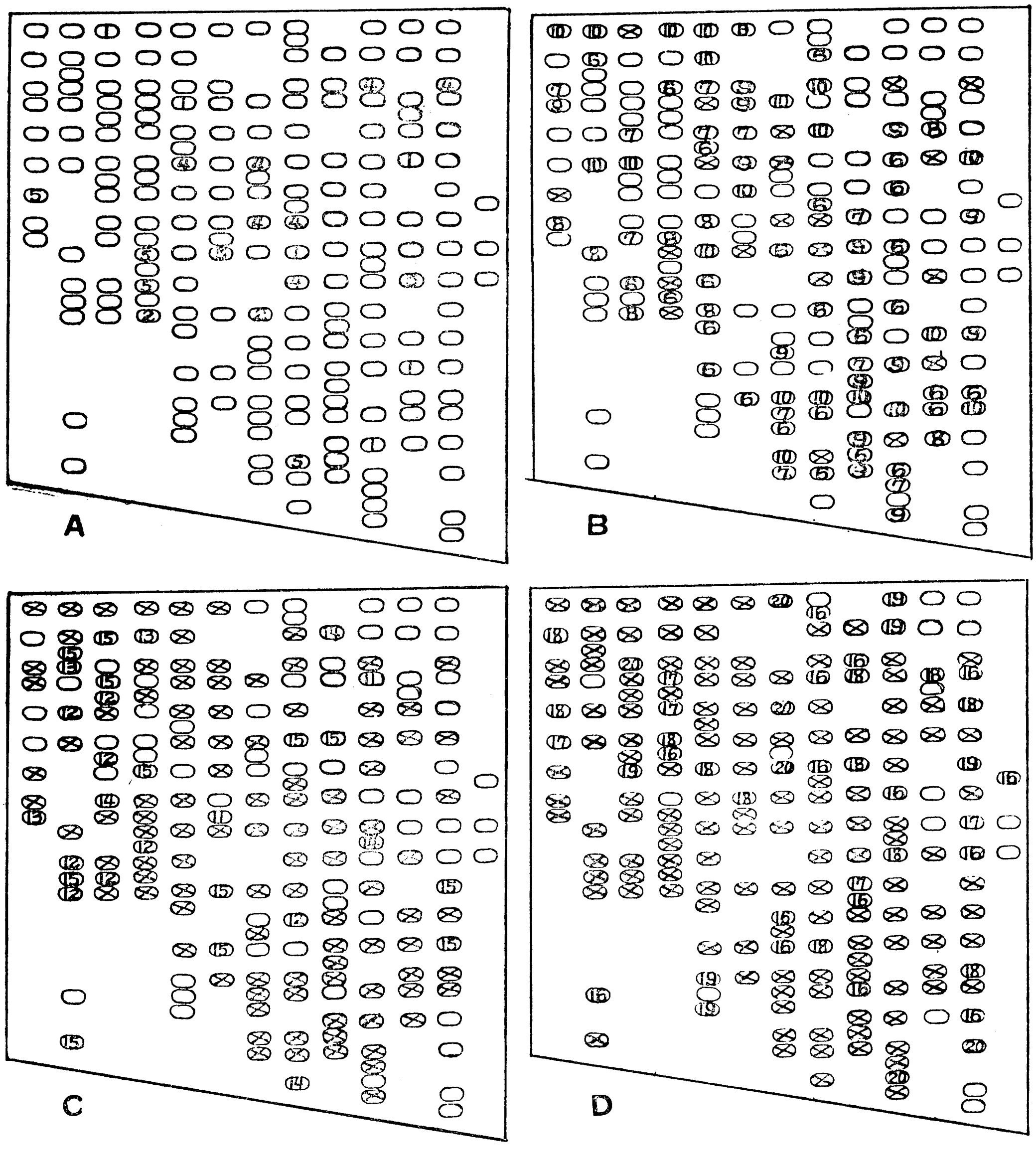

圖2.木瓜輪點病田間發生情形調查

A. 自最初發病起17天（即調查至第五次）。

B. 自最初發病起33天（即調查至第十次）。

C. 自最初發病起52天（即調查至第十五次）。

D. 自最初發病起70天（即調查至第二十次）。

Fig. 2. Investigation on the Occurrence of PRV in the Field.

A. after 17 days from initial infection.

B. after 33 days from initial infection.

C. after 52 days from initial infection.

D. after 70 days from initial infection.

六、結 論

木瓜輪點病自64年秋發現起，不到三年期間，則遍佈全省，有90%以上之木瓜園因此病之爲害而廢耕，其傳播之迅速及爲害之嚴重，是前所未見之病例。依其理化性質，毒素粒子大小，及病組織中內含體（Inclusion-body）之形態，本病害之病原毒素是屬於Potato virus Y羣。本病害係由機械及蚜蟲所傳播，而其中蚜蟲則佔甚重要之地位。在飛翔移動之有翅型蚜蟲，在本省之田間並未做詳細之調查，其種類可能超過文獻上所載之15種，而其中能傳播本毒素病害者又有幾種？是否尙有其他之媒介昆蟲？蚜蟲對波長較長之光線有吸引力，是故木瓜輪點病之病株，其葉片呈現黃化，爲最佳之引誘物。木瓜並非蚜蟲之寄主，其爲害木瓜之有翅型蚜蟲，爲一時性之訪客（Transient visitor），更因其吸毒及傳毒之時間很短，當蚜蟲爲害木瓜發現並非其適當之寄主時，病原毒素早已附着於口器上或侵入木瓜體內爲害，以達到其傳播之目的。本省木瓜輪點病傳播之迅速，其原因可能在此。

防治木瓜輪點病之繼續蔓延爲害，爲當務之急，在無有效之防治藥劑前，治本之辦法應加强研究。如如何阻止有翅型蚜蟲之產生，利用忌避性之藥劑施於木瓜上或排斥蚜蟲飛來之物體放置於木瓜園中，以阻止其飛來侵害，或在植物體表面噴灑藥劑，使形成一層保護膜，雖蚜蟲飛來侵害木瓜，但其病原毒素與藥劑一接觸，則呈不活化，無法侵入爲害。再者砍除田間初級感染（Primary infection）及園地附近之病株，以減少其傳染源，是爲迅速有效之方法，此項試驗，筆者等目前正進行中，初步所得結果，相當理想。

七、參考文獻

1.王惠亮，王金池，邱人璋，孫明賢・1978・臺灣木瓜輪點病初報。植保會刊，20：133－140。

2.陳脉紀，劉顯達，五惠亮，位國慶、邱人璋・1976・木瓜輪點病之電子顯微鏡觀察，植保學會年會論文摘要，P.4。

3.黃金池，劉顯達、郭孟祥・1977・木瓜毒素病田間傳播情形調查。植保學會年會論文摘要，P.。

4.與那覇哲義・1978・田間蚜蟲之活動情形，（討論）。

5.臺灣省農林廳・1974～1978・臺灣農業年報。P.172，172，174，176，176。

6. Banerjee, M., H. S. Srivastava, & K. S. Bhargava. 1976. Peroxidase activity in papaya plant infected with papaya distortion mosaic viuus . Current Scienc 49 : 695—696.

7. Basit, A. A. 1974. Some properties of the virus causing papaya mosaic from Pakistan. Pakistan J. Sci. & Ind. Res. 17 (4/5) : 133—135.

8. Bhargava, K. S., & S. M. P. Khurana. 1970. Insect transmission of papaya viruses with special reference to papaya mosaic virus. Zentbl. Bakt. Parasitkde Abt. 2 124 : 688—698.

9. Conover, R. A. 1964. Distortion ringspot, a severe virus disease of papaya in Florida. Florida State Hort. Soci. 77 : 440—444.

10. Conover, R. A. 1976. A program for development of papayas tolerant to the distortion ringspot virus. Proce. Florida State Hort. Soci. 89 : 229—231.

11. Cook, A. A. 1972. Virus diseases of papaya. Bull. Agric. Experi. St. Univ. Florida. No. 730, 19pp.

12. Cook, A. A., & G. M. Milbrath. 1971. Virus diseasee of papaya on Oahu(Hawaii), and identification of additional diagnostic host plant. Pl. Dis. Reptr. 55 : 785—788.

13. Cook, A. A., & F. W. Zettler. 1970. Susceptibility of papaya cultivars to papaya ringspot mosaic virus. Pl. Dis. Reptr. 54 : 894—895.

14. de Bokx, J. A. 1965. Hosts and electron microscopy of two papaya viruses. Pl. Dis. Repte. 49 : 742—746.

15. Higa, S. Y., & R. Namba. 1971. Vectors of the papaya mosaic virus in Hawaii. Proce. Hawaiian Entomo. Soci. 21 : 93—96.

16. Ishii, M. 1972. Observations on the spread of papaya ringspot virus in Hawaii. Pl. Dis. Reptr. 56 : 331—334.
17. Ishii, M., & O. V. Holtzmann. 1963. Papaya mosaic disease in Hawaii. Pl. Dis. Reptr. 47 : 947—951.
18. Jensen, D. D. 1949a. Papaya virus diseases with special reference to papaya ringspot. Phytopathology 39 : 191—211.
19. Jensen, D. D. 1949b. Papaya ringspot virus and its insect vector relationships. phytopathology 39 : 212—220.
20. Khurana, S. M. P., & K. S. Bhargava. 1971. Three new vectors of papaya viruses. J. Hort. Sci. 46 : 209—211.
21. Kralovic, J. 1967. Reported on a study of aphids as vectors of papya mosaic in Cuba. Revta Agric. Habana 1 : 53—69.
22. Lima, J. A. A., & M. N. S. Gomes. 1975. Identification of papaya ringspot virus in Fortaleza. Ceara. Fitossanidade 1 : 56—59.
23. Marin, A. J. C. 1969. An account of aphid vectors and distortion ringspot virus of *Carica papaya* in Limon, Aragua State, Venezuela. Revta Fac. Agron. Univ. Cent. Venez. 5 (3) : 77—108.
24. Namba, R., & S. Y. Higa. 1975. Papaya mosaic virus transmission as affected by the duration of the preliminary fasting and virus aquistion feeding of *Myzus persicae*. Rroc. Hawaiian Entomo. Soci. 22 : 113—117.
25. Pozdena, J., A. L. Valdivieso, & M. A. S. Quintero. 1968. Studies on virus diseases of papaya in Cuba. Revta Agric. Habana. 2 : 90—107.
26. Purcifull, D. E. 1972. Papaya ringspot virus. In "Descriptions of Plant viruses". No. 84. Ed. by Harrison & Murant. C. M. I./A. A. B., Kew, Surrey, England.
27. Sanchez, d. L. C., & L. G. Martinez. 1976a. Some observations on papaya ringspot virus in Colombia. Noticias Fitopatologicas. 5 (2) : 62—73.
28. Sanchez, d. L. C., & L. G. Martinez. 1976b. Identification of papaw (*Carica papaya* L.) ringspot virus in Colombia. Revista ICA 11 : 205—220.
29. Schaffers, G. A. 1969. Aphid vectors of the papaya mosaic viruses in Puerto Rico. J. Agric. Univ. P. Rico 53 : 1—13.
30. Singh, A. B. 1969. A. mosaic disease of papaya (*Carica papaya* L.). Sci. Cult. 35 : 578—597.
31. Singh, A. B. 1971. Transmission of papaya leaf reduction virus by *Myzus persicae*. Pl. Dis. Reptr. 55 : 526—529.
32. Singh, A. B. 1972. Studies on the transmission of papaya mosaic virus by *Aphis gossypii* Glover. Indian J. Entomo. 34 : 240—245.
33. Smith, K. M. 1972. A textbook of plant virus diseases. 3rd ed. p350—353. Academic Press.
34. Story, G. E., & R. S. Halliwell. 1969. Identification of distortion ringspot virus disease of papaya in the Dominican Republic. Pl. Dis. Reptr. 53 : 757—760.
35. Varma, J. P. 1971. Mosaic disease of papaya in India. Haryana Agric. Univ. J. Res. 1(4) : 33—36.
36. Wolfenbarger, D. D. 1966a. Incidence-distance and incidence-time relationships of papaya virus infections. Pl. Dis Reptr. 50 : 908—909.
37. Wolfenbarger, D. O. 1966b. Aphid trap collections over a three-year period from four locations. J. Econ. Ent. 59 : 953—954.
38. Zettler, F. W., J. R. Edwardson, & D. E. Purcifull. 1968. Ultramicroscopic differences in inclusions of papaya mosaic virus and papaya ringspot virus, correlated with differential aphid transmission. Phytopathology 58 : 332—335.